

**IRON-BASE SINTERED ALLOY MEMBER AND ITS PRODUCTION**

**Publication number:** JP6049509 (A)  
**Publication date:** 1994-02-22  
**Inventor(s):** OSAKI SHIGEZO; YOSHIMOTO KAZUYUKI; OUCHI KATSUYA; YAMAMOTO YOSHIFUMI  
**Applicant(s):** MAZDA MOTOR  
**Classification:**  
- **International:** **B22F3/24; B22F5/00; B22F3/24; B22F5/00;** (IPC1-7): B22F5/00; B22F3/24  
- **European:**  
**Application number:** JP19920038591 19920128  
**Priority number(s):** JP19920038591 19920128

**Abstract of JP 6049509 (A)**

**PURPOSE:**To increase the bearing resistant strength of an iron-base sintered alloy member and to improve the pitting resistance. **CONSTITUTION:**An iron-base sintered alloy member is heat-treated and transformed to martensite. The material is then machined, and the machined surface is subjected to peening by using a shot with the diameter smaller than the roughness pitch of the surface and having a hardness higher than that of the surface.

.....  
Data supplied from the **esp@cenet** database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-49509

(43)公開日 平成 6 年(1994) 2 月22 日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 2 F	5/00	Z		
	3/24	D		

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 7 頁)

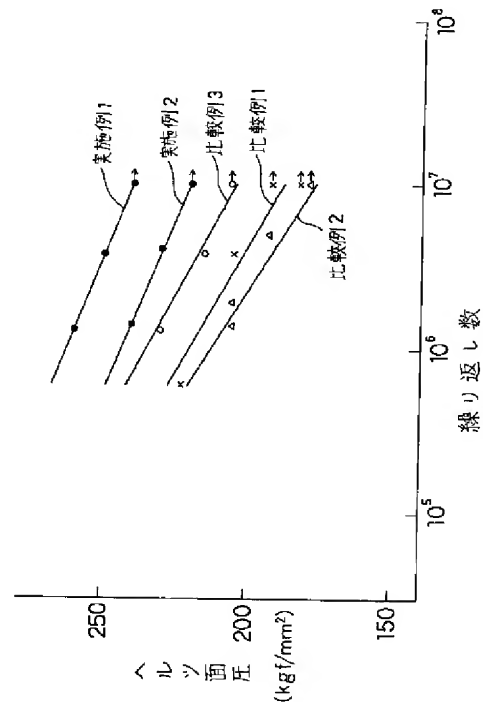
(21)出願番号	特願平4-38591	(71)出願人	000003137 マツダ株式会社 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号
(22)出願日	平成 4 年(1992) 1 月28 日	(72)発明者	大崎 茂三 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ 株式会社内
		(72)発明者	吉本 和幸 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ 株式会社内
		(72)発明者	大内 勝哉 広島県安芸郡府中町新地 3 番 1 号 マツダ 株式会社内
		(74)代理人	弁理士 前田 弘 (外 2 名) 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 鉄系焼結合金製部材およびその製造方法

(57)【要約】

【目的】鉄系焼結合金製部材の耐面圧強度を高め耐ピッチング性を向上させる。

【構成】鉄系焼結合金製の素材にその組織がマルテンサイト化するように熱処理を施し、次に当該素材に機械加工を施した後、該機械加工された表面に当該表面の粗さピッチよりも直径が小さく且つ当該表面よりも高硬度のショットを用いてピーニング加工を施す。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】マルテンサイト組織の鉄系統結合金製部材であって、所定形状に機械加工された表面の微小突起が当該表面の粗さピッチよりも直径が小さいショットによるピーニング加工により押潰し且つ当該表面に圧縮残留応力を有することを特徴とする鉄系統結合金製部材。

【請求項2】鉄系統結合金製の素材にその組織がマルテンサイト化するように熱処理を施し、次に当該素材に機械加工を施した後、該機械加工された表面に当該表面の粗さピッチよりも直径が小さく且つ当該表面よりも高硬度のショットを用いてピーニング加工を施すことを特徴とする鉄系統結合金製部材の製造方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【産業上の利用分野】本発明は、エンジンのカムシャフトなど高い面圧強度が要求される鉄系統結合金製部材およびその製造方法に関する。

**【0002】**

【従来の技術】エンジンの高出力化・低燃費化の要請に伴い、その動弁機構においては、ロッカアーム等の摺動ないしは揺動部材の低フリクション化が要望されており、そのために従来のすべり運動のロッカアームに代えてローラフォロワを用いた転がり運動のロッカアームが採用されつつある。しかし、ローラフォロワは、低回転域では顕著でないが、高回転域ではその慣性質量が増加することから、相手部材であるカムシャフトのカム面の受ける面圧が増大し、該カムシャフトのピッチング等の疲労破壊が問題になってくる。

【0003】これに対して、上記カムシャフトに、冷し金チル法によるチル合金鋳鉄や球状黒鉛鋳鉄をオーステンパ処理したオーステンパ鋳鉄を採用したものが実用化されつつある。また、上記カムシャフトと同様に耐ピッチング性が要求される歯車に鉄系統結合金を用いるにあたり、その金属組織を工夫するという提案もある。すなわち、この提案は、所定組成の鉄系統結合金素材に焼入れ、焼戻し処理を施すことにより、表面をオーステナイト相とし内部をマルテンサイト相とし、これにより相手材に対するなじみ性と耐面圧強度とを改善するというものである（特開昭58-19412号公報参照）。

**【0004】**

【発明が解決しようとする課題】しかし、最近では、上述のエンジンで言えば、その軽量化ないしはコンパクト化の要求が厳しくなっている。そのために、上記カムシャフトにおいてもカム幅の縮小が必要となり、ローラフォロワとの転がり面圧が高くなる傾向にある。これに対して、上述の従来技術では所期の耐ピッチング性が得られるような高い面圧強度を得ることが難しい。そこで、本発明は、このような要求を満足し得る鉄系統結合金製部材およびその製造方法を提供せんとするものである。

**【0005】**

【課題を解決するための手段およびその作用】本発明は、このような課題に対して、ショットピーニング法を採用し、且つこのショットピーニングに工夫を加えて、その解決を図るものである。

【0006】すなわち、本発明に係る鉄系統結合金性部材は、その金属組織がマルテンサイトであって、所定形状に機械加工された表面の微小突起が当該表面の粗さピッチよりも直径が小さいショットによるピーニング加工により押潰し且つ当該表面に圧縮残留応力を有することを特徴とするものである。

【0007】また、上記鉄系統結合金製部材の製造方法は、鉄系統結合金製の素材にその組織がマルテンサイト化するように熱処理を施し、次に当該素材に機械加工を施した後、該機械加工された表面に当該表面の粗さピッチよりも直径が小さく且つ当該表面よりも高硬度のショットを用いてピーニング加工を施す、というものである。

【0008】鉄系統結合金属材料としては、Fe-Ni-Mo-C系のものが好適であり、焼結により密度を7.2g/cm<sup>3</sup>以上とし、組織のマルテンサイト化によりHRC硬さを39~48程度としたものが好適である。かかる焼結合金製素材は、機械加工（切削ないし研削加工）により所定の表面形状に仕上げられるが、その表面は機械加工の結果として多数の微小突起を有する。

【0009】これに対して、本発明の鉄系統結合金製部材は、上記微小突起がショットピーニングにより押し潰れ研削傷のない表面粗さが小さな表面性状になっているとともに、表面に圧縮残留応力を有する。よって、当該表面は高い転がり面圧に耐える強度を持つようになり、耐ピッチング性にすぐれたものになっている。

【0010】しかして、上記鉄系統結合金製部材の製造にあたって、そのショットピーニングには上記マルテンサイト組織によって硬化した素材の表面硬度よりも高い硬度（例えばHRC硬さ48以上、特にHRC硬さ55~60が好適である）を有するショット（鋼球）を用いるが、これは、低硬度であれば、ショットが素材表面の照射部位より反発され加工不充分となるためである。そして、上記ショットの直径を素材表面の粗さピッチよりも小さなものにするのは、当該表面の微小突起を確実に押潰せしめるためである。すなわち、上記粗さピッチよりも直径が大きなショットであれば、1個のショットが複数の微小突起に当たることになるため、ショット中心から離れた周辺の微小突起はショットによって薙ぎ倒され、研削されたような状態になって研削傷が残るとともに、単位面積当りの加工率（ショットの打ち込み数）が低くなり、期する表面性状の改善は得られない。

**【0011】**

【発明の効果】従って、本発明に係る鉄系統結合金製部材によれば、金属組織をマルテンサイトとし、所定形状に機械加工された表面の微小突起を当該表面の粗さピッ

ちよりも直径が小さいショットによるピーニング加工により押潰し且つ当該表面に圧縮残留応力を有するようにしたから、耐面圧強度が高くなり耐ピッチング性が向上する。

【0012】また、上記鉄系焼結合金製部材の製造方法によれば、鉄系焼結合金製素材にその組織がマルテンサイト化するように熱処理を施し、次に当該素材に機械加工を施した後、該機械加工された表面に当該表面の粗さピッチよりも直径が小さく且つ当該表面よりも高硬度のショットを用いてピーニング加工を施すようにしたから、表面に研削傷を残すことなく、その表面粗さを低下させ且つ圧縮残留応力を与えることができ、耐ピッチング性に優れた鉄系焼結合金製部材を得ることができる。

【0013】

【実施例】以下、本発明の実施例を比較例との比較において説明する。

【0014】＜実施例1＞以下の如くして、後述するピッチングテスト用のテストピース（カムシャフトのカム部材）を作成した。

【0015】下記の組成を有し粉末粒度100メッシュ以下のアトマイズ粉に黒鉛粉末0.6重量%及びステアリン酸亜鉛1重量%を混合し、該混合物をテストピース素材に圧粉成形し、予備焼結を行なった。プレス圧力は $7\text{ ton/cm}^2$ として、予備焼結条件は $850^\circ\text{C} \times 60$ 分間とした。次に、得られた予備焼結品につき、プレス圧力 $7\text{ ton/cm}^2$ で再圧縮を行なった後、非酸化性雰囲気炉にて $1250^\circ\text{C} \times 60$ 分間の条件で本焼結を行なった。

【0016】—組成—

Ni:1.93, Mo:1.03, C:0.001, Si:0.01, Mn:0.05, P:0.005, S:0.003, O:0.07, 残部Fe（以上の数値は重量%）

しかる後、得られた焼結品を $870^\circ\text{C}$ で60分間保持した後、焼入れ・焼戻し処理を施し、当該焼結品全体をマルテンサイト組織とした。焼戻し条件は $180^\circ\text{C} \times 60$ 分間とした。この熱処理によって得られたものはHRC硬さ48であった。

【0017】そうして、上記熱処理品をテストピース形状に機械加工した。得られた機械加工品の表面状態は図1の「ハードショットピーニング前」の欄及び図2に示す通りであり、その表面粗さは $R_{\text{max}} 3.5\mu\text{m}$ であった。そして、これに以下の条件でハードショットピーニング処理を施した。得られたものの表面状態は図1の「実施例1」の欄及び図3に示す通りであり、その表面粗さは $R_{\text{max}} 1.5\mu\text{m}$ であった。

【0018】ショット；直径0.044mmの鋼球

ショット圧力； $4\text{ kgf/cm}^2$

ショット時間；20秒

上記鋼球はHRC硬さ55～60である。

【0019】＜実施例2＞黒鉛粉末の量を0.3重量%とする他は実施例1と同じ条件でピッチングテスト用のテストピースを作成した。

【0020】＜比較例1＞C:3.4, Cr:0.14, S:0.12, P:0.03, Mn:0.84, Si:1.71, 残部Fe（以上は重量%）の組成を有するHRC硬さ51の合金鉄製冷し金チル材に機械加工を施してピッチングテスト用のテストピースを得た。

【0021】＜比較例2＞C:2.68, Si:2.32, Mn:0.48, P:0.016, S:0.003, Mo:0.1, Mg:0.025, 残部Fe（以上は重量%）の組成を有する球状黒鉛鉄材に非酸化性雰囲気で $900^\circ\text{C} \times 1.5$ 時間の加熱処理を施した後、 $380^\circ\text{C} \times 1$ 時間のオーステンパ処理を施してHRC硬さ28とし、これに機械加工を施してピッチングテスト用のテストピースを得た。

【0022】＜比較例3＞ショットピーニング処理におけるショット（鋼球）の直径を0.2mmとする他は実施例2と同じ条件でピッチングテスト用のテストピースを作成した。このテストピースの表面状態は図1の「比較例3」の欄及び図4に示す通りであり、その表面粗さは $R_{\text{max}} 3.5\mu\text{m}$ であった。

【0023】（ピッチングテスト）上記実施例1、2及び比較例1～3の各テストピースにつき、各々をローラフォロワ材（材質SUJ2, HRC硬さ61）と接触状態にして回転させ、且つ両者の接触荷重を変化させるようにし、繰返し回数 $10^7$ 以上になるときのヘルツ面圧、すなわち、耐面圧強度を求めた。この場合のピッチング発生の有無は、テストピースの振動の変化を検出することにより調べた。

【0024】テスト結果は図5に示されている。同図によれば、各テストピースの耐面圧強度は、実施例1が $240\text{ kgf/mm}^2$ 、実施例2が $220\text{ kgf/mm}^2$ 、比較例1が $188\text{ kgf/mm}^2$ 、比較例2が $177\text{ kgf/mm}^2$ 、比較例3が $205\text{ kgf/mm}^2$ である。以上により、本発明の有効性が裏付けられる。

【0025】ここで、実施例2が実施例1よりも低い耐面圧強度を示しているのは、黒鉛粉末（C量）が少ない関係で焼入れ性が若干低下し、HRC硬さ39のマルテンサイト組織になったためと認められる。従って、高い耐面圧強度を得るという観点から、黒鉛量は0.3%以上とすることが望ましい。また、ショットピーニング処理のし易さの観点からは、黒鉛量を0.6ないしは0.8程度とし表面硬度が過度に高くないようにすることが望ましい。なお、上記黒鉛粉末は焼結の過程で合金粉末に固相拡散し、黒鉛としては残っていない。

【0026】また、直径0.2mmの鋼球をショットに用いた比較例3の耐面圧強度が実施例2よりも低いのは、該鋼球がテストピース表面の微小突起を薙ぎ倒す結

果、研削傷が残り、また、ショットによる単位面積当りの加工率が実施例のものよりも低くなったためと認められる。

【0027】なお、本発明が上記カムシャフトのカム部材以外に例えば歯車のような他の高い耐面圧強度が要求される機械部品にも適用できることはもちろんである。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例及び比較例の表面粗さを示す図

【図2】実施例1のハードショットピーニング前の表面

状態を示す顕微鏡写真

【図3】実施例1のハードショットピーニング後の表面状態を示す顕微鏡写真

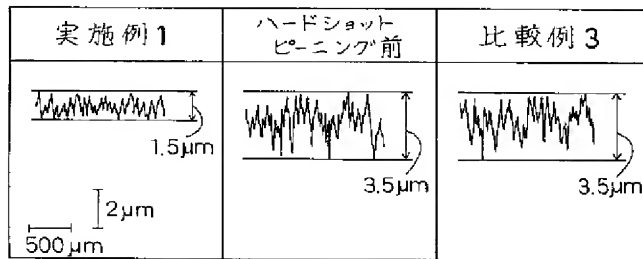
【図4】比較例3のハードショットピーニング後の表面状態を示す顕微鏡写真

【図5】実施例及び比較例のピッチングテストの結果を示すグラフ図

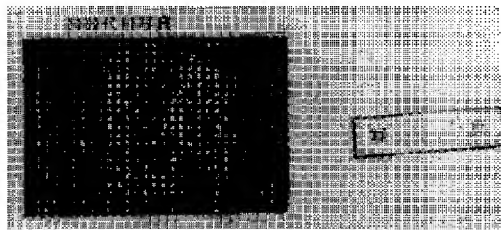
【符号の説明】

なし

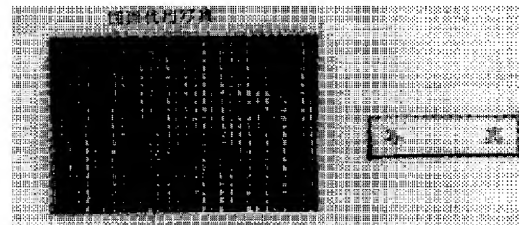
【図1】



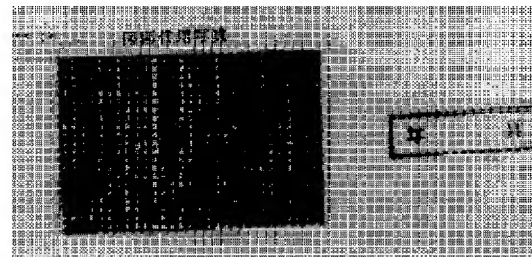
【図3】



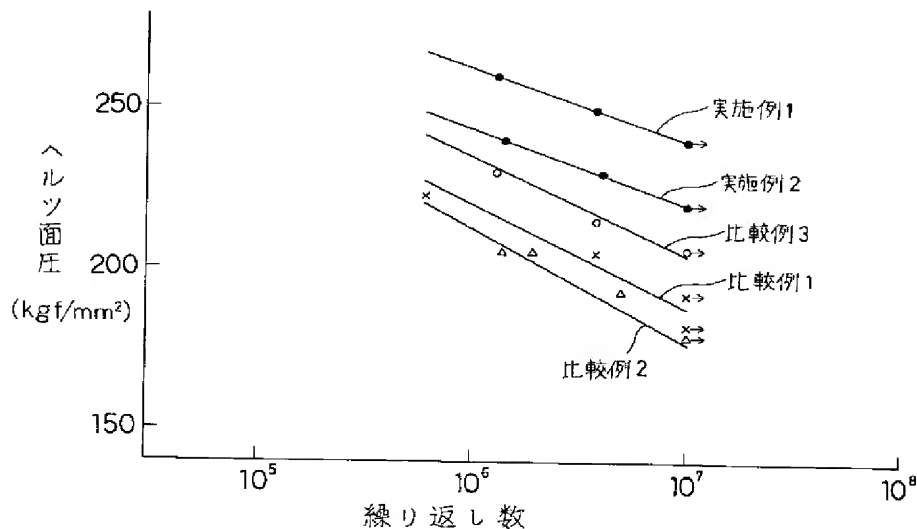
【図2】



【図4】



【図5】



## 【手続補正書】

【提出日】平成4年12月17日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】鉄系統結合金製部材およびその製造方法

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】マルテンサイト組織の鉄系統結合金製部材であって、所定形状に機械加工された表面の微小突起が当該表面の粗さピッチよりも直径が小さいショットによるピーニング加工により押潰し且つ当該表面に圧縮残留応力を有することを特徴とする鉄系統結合金製部材。

【請求項2】鉄系統結合金製の素材にその組織がマルテンサイト化するように熱処理を施し、次に当該素材に機械加工を施した後、該機械加工された表面に当該表面の粗さピッチよりも直径が小さく且つ当該表面よりも高硬度のショットを用いてピーニング加工を施すことを特徴とする鉄系統結合金製部材の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、エンジンのカムシャフトなど高い面圧強度が要求される鉄系統結合金製部材およびその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】エンジンの高出力化・低燃費化の要請に伴い、その動弁機構においては、ロッカアーム等の摺動ないしは揺動部材の低フリクション化が要望されており、そのために従来のすべり運動のロッカアームに代えてローラフォロワを用いた転がり運動のロッカアームが採用されつつある。しかし、ローラフォロワは、低回転域では顕著でないが、高回転域ではその慣性質量が増加することから、相手部材であるカムシャフトのカム面の受ける面圧が増大し、該カムシャフトのピッチング等の疲労破壊が問題になってくる。

【0003】これに対して、上記カムシャフトに、冷し金チル法によるチル合金鋳鉄や球状黒鉛鋳鉄をオーステンパ処理したオーステンパ鋳鉄を採用したものが実用化されつつある。また、上記カムシャフトと同様に耐ピッチング性が要求される歯車に鉄系統結合金を用いるにあたり、その金属組織を工夫するという提案もある。すなわち、この提案は、所定組成の鉄系統結合金素材に焼入れ、焼戻し処理を施すことにより、表面をオーステナイト相とし内部をマルテンサイト相とし、これにより相手材に対するなじみ性と耐面圧強度とを改善するというものである（特開昭58-19412号公報参照）。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、最近では、上述のエンジンで言えば、その軽量化ないしはコンパクト化の要求が厳しくなっている。そのために、上記カムシャフトにおいてもカム幅の縮小が必要となり、ローラフォロワとの転がり面圧が高くなる傾向にある。これに対して、上述の従来技術では所期の耐ピッチング性が得られるような高い面圧強度を得ることが難しい。そこで、本発明は、このような要求を満足し得る鉄系統結合金製部材およびその製造方法を提供せんとするものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段およびその作用】本発明は、このような課題に対して、ショットピーニング法を採用し、且つこのショットピーニングに工夫を加えて、その解決を図るものである。

【0006】すなわち、本発明に係る鉄系統結合金性部材は、その金属組織がマルテンサイトであって、所定形状に機械加工された表面の微小突起が当該表面の粗さピッチよりも直径が小さいショットによるピーニング加工により押潰し且つ当該表面に圧縮残留応力を有することを特徴とするものである。

【0007】また、上記鉄系統結合金製部材の製造方法は、鉄系統結合金製の素材にその組織がマルテンサイト化するように熱処理を施し、次に当該素材に機械加工を施した後、該機械加工された表面に当該表面の粗さピッチよりも直径が小さく且つ当該表面よりも高硬度のショットを用いてピーニング加工を施す、というものである。

【0008】鉄系統結合金属材料としては、Fe-Ni-Mo-C系のものが好適であり、焼結により密度を7.2g/cm<sup>3</sup>以上とし、組織のマルテンサイト化によりHRC硬さを39~48程度としたものが好適である。かかる焼結合金製素材は、機械加工（切削ないし研削加工）により所定の表面形状に仕上げられるが、その表面は機械加工の結果として多数の微小突起を有する。

【0009】これに対して、本発明の鉄系統結合金製部材は、上記微小突起がショットピーニングにより押し潰れ研削傷のない表面粗さが小さな表面性状になっているとともに、表面に圧縮残留応力を有する。よって、当該表面は高い転がり面圧に耐える強度を持つようになり、耐ピッチング性にすぐれたものになっている。

【0010】しかして、上記鉄系統結合金製部材の製造にあたって、そのショットピーニングには上記マルテンサイト組織によって硬化した素材の表面硬度よりも高い硬度（例えばHRC硬さ48以上、特にHRC硬さ55~60が好適である）を有するショット（鋼球）を用いるが、これは、低硬度であれば、ショットが素材表面の照射部位より反発され加工不十分となるためである。そして、上記ショットの直径を素材表面の粗さピッチよりも小さなものにするのは、当該表面の微小突起を確実に

押潰せしめるためである。すなわち、上記粗さピッチよりも直径が大きなショットであれば、1個のショットが複数の微小突起に当たることになるため、ショット中心から離れた周辺の微小突起はショットによって薙ぎ倒され、研削されたような状態になって研削傷が残るとともに、単位面積当りの加工率（ショットの打ち込み数）が低くなり、期する表面性状の改善は得られない。

#### 【0011】

【発明の効果】従って、本発明に係る鉄系統結合金製部材によれば、金属組織をマルテンサイトとし、所定形状に機械加工された表面の微小突起を当該表面の粗さピッチよりも直径が小さいショットによるピーニング加工により押潰し且つ当該表面に圧縮残留応力を有するようにしたから、耐面圧強度が高くなり耐ピッチング性が向上する。

【0012】また、上記鉄系統結合金製部材の製造方法によれば、鉄系統結合金製素材にその組織がマルテンサイト化するように熱処理を施し、次に当該素材に機械加工を施した後、該機械加工された表面に当該表面の粗さピッチよりも直径が小さく且つ当該表面よりも高硬度のショットを用いてピーニング加工を施すようにしたから、表面に研削傷を残すことなく、その表面粗さを低下させ且つ圧縮残留応力を与えることができ、耐ピッチング性に優れた鉄系統結合金製部材を得ることができる。

#### 【0013】

【実施例】以下、本発明の実施例を比較例との比較において説明する。

【0014】＜実施例1＞以下の如くして、後述するピッチングテスト用のテストピース（カムシャフトのカム部材）を作成した。

【0015】下記の組成を有し粉末粒度100メッシュ以下のアトマイズ粉に黒鉛粉末0.6重量%及びステアリン酸亜鉛1重量%を混合し、該混合物をテストピース素材に圧粉成形し、予備焼結を行なった。プレス圧力は $7\text{ t o n / c m}^2$ として、予備焼結条件は $850^\circ\text{C} \times 60$ 分間とした。次に、得られた予備焼結品につき、プレス圧力 $7\text{ t o n / c m}^2$ で再圧縮を行なった後、非酸化性雰囲気炉にて $1250^\circ\text{C} \times 60$ 分間の条件で本焼結を行なった。

#### 【0016】—組成—

Ni:1.93, Mo:1.03, C:0.001, Si:0.01, Mn:0.05, P:0.005, S:0.003, O:0.07, 残部Fe（以上の数値は重量%）

しかる後、得られた焼結品を $870^\circ\text{C}$ で60分間保持した後、焼入れ・焼戻し処理を施し、当該焼結品全体をマルテンサイト組織とした。焼戻し条件は $180^\circ\text{C} \times 60$ 分間とした。この熱処理によって得られたものはHRC硬さ48であった。

【0017】そうして、上記熱処理品をテストピース形

状に機械加工した。得られた機械加工品の表面状態は図1の「ハードショットピーニング前」の欄及び図2に示す通りであり、その表面粗さは $R_{\text{max}} 3.5\mu\text{m}$ であった。そして、これに以下の条件でハードショットピーニング処理を施した。得られたものの表面状態は図1の「実施例1」の欄及び図3に示す通りであり、その表面粗さは $R_{\text{max}} 1.5\mu\text{m}$ であった。

【0018】ショット；直径0.044mmの鋼球

ショット圧力； $4\text{ kg f / c m}^2$

ショット時間；20秒

上記鋼球はHRC硬さ55～60である。

【0019】＜実施例2＞黒鉛粉末の量を0.3重量%とする他は実施例1と同じ条件でピッチングテスト用のテストピースを作成した。

【0020】＜比較例1＞C:3.4, Cr:0.14, S:0.12, P:0.03, Mn:0.84, Si:1.71, 残部Fe（以上は重量%）の組成を有するHRC硬さ51の合金鋳鉄製冷し金チル材に機械加工を施してピッチングテスト用のテストピースを得た。

【0021】＜比較例2＞C:2.68, Si:2.32, Mn:0.48, P:0.016, S:0.003, Mo:0.1, Mg:0.025, 残部Fe（以上は重量%）の組成を有する球状黒鉛鋳鉄材に非酸化性雰囲気で $900^\circ\text{C} \times 1.5$ 時間の加熱処理を施した後、 $380^\circ\text{C} \times 1$ 時間のオーステンパ処理を施してHRC硬さ28とし、これに機械加工を施してピッチングテスト用のテストピースを得た。

【0022】＜比較例3＞ショットピーニング処理におけるショット（鋼球）の直径を0.2mmとする他は実施例2と同じ条件でピッチングテスト用のテストピースを作成した。このテストピースの表面状態は図1の「比較例3」の欄及び図4に示す通りであり、その表面粗さは $R_{\text{max}} 3.5\mu\text{m}$ であった。

【0023】（ピッチングテスト）上記実施例1、2及び比較例1～3の各テストピースにつき、各々をローラフォロワ材（材質SUJ2, HRC硬さ61）と接触状態にして回転させ、且つ両者の接触荷重を変化させるようにし、繰り返し回数 $10^7$ 以上になるときのヘルツ面圧、すなわち、耐面圧強度を求めた。この場合のピッチング発生の有無は、テストピースの振動の変化を検出することにより調べた。

【0024】テスト結果は図5に示されている。同図によれば、各テストピースの耐面圧強度は、実施例1が $240\text{ kg f / m m}^2$ 、実施例2が $220\text{ kg f / m m}^2$ 、比較例1が $188\text{ kg f / m m}^2$ 、比較例2が $177\text{ kg f / m m}^2$ 、比較例3が $205\text{ kg f / m m}^2$ である。以上により、本発明の有効性が裏付けられる。

【0025】ここで、実施例2が実施例1よりも低い耐面圧強度を示しているのは、黒鉛粉末（C量）が少ない

関係で焼入れ性が若干低下し、HRC硬さ39のマルテンサイト組織になったためと認められる。従って、高い面圧強度を得るという観点から、黒鉛量は0.3%以上とすることが望ましい。また、ショットピーニング処理のし易さの観点からは、黒鉛量を0.6ないしは0.8程度とし表面硬度が過度に高くないようにすることが望ましい。なお、上記黒鉛粉末は焼結の過程で合金粉末に固相拡散し、黒鉛としては残っていない。

【0026】また、直径0.2mmの鋼球をショットに用いた比較例3の耐面圧強度が実施例2よりも低いのは、該鋼球がテストピース表面の微小突起を薙ぎ倒す結果、研削傷が残り、また、ショットによる単位面積当りの加工率が実施例のものよりも低くなったためと認められる。

【0027】なお、本発明が上記カムシャフトのカム部

材以外に例えば歯車のような他の高い耐面圧強度が要求される機械部品にも適用できることはもちろんである。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例及び比較例の表面粗さを示す図

【図2】実施例1のハードショットピーニング前の表面状態を示す顕微鏡写真

【図3】実施例1のハードショットピーニング後の表面状態を示す顕微鏡写真

【図4】比較例3のハードショットピーニング後の表面状態を示す顕微鏡写真

【図5】実施例及び比較例のピッチングテストの結果を示すグラフ図

【符号の説明】

なし

---

フロントページの続き

(72)発明者 山本 義史  
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ  
株式会社内